

Réflexions médicales sur la révision des ordonnances relatives à la radioprotection

Soyons vigilants: la radioprotection s'érode!

Claudio Knüsli^a, Martin Walter^b, Andreas Nidecker^c, Jacques Schiltknecht^d, Jacques Moser^d, Jean-Jacques Fasnacht^e, Bettina Wölnerhanssen^f, pour le comité PSR/IPPNW Schweiz

^a Médecine interne / oncologie, FMH; ^b Médecine interne, FMH; ^c Prof. émérite de radiologie, FMH; ^d Médecine interne, FMH; ^e médecine générale, FMH; ^f PD chirurgie/recherche clinique, FMH

L'élévation massive de la valeur limite d'exposition prévue dans la révision des ordonnances relatives à la radioprotection [1] échauffe les esprits à propos de la protection de la population vivant à proximité de la plus ancienne centrale nucléaire au monde, Beznau en Argovie. Au centre, les risques pour la santé humaine d'une exposition, en cas d'accident, à un rayonnement ionisant faible.

Effets sanitaires induits par les rayonnements – données scientifiques

Les connaissances actuelles sur les maladies induites par les rayonnements ionisants résultent d'études systématiques faites au Japon sur les survivants des bombes atomiques. Elles servent de base pour évaluer les risques en matière de radioprotection [2]. Huit études épidémiologiques ont été publiées ces dernières années, démontrant que l'évaluation des risques

s'applique de la même manière pour des doses situées entre 1 et 100 mSv (tab. 1). Plusieurs groupes travaillant indépendamment les uns des autres ont reproduit les mêmes observations sur les rapports doses-effets. Ce sont des critères parmi les plus certains en faveur de la causalité: le risque de cancer augmente de manière linéaire avec la dose d'exposition. Ces études confirment ainsi le modèle «Linear no Threshold» (LNT) [3]. Dans sa communication aux médias du 2 mars 2018 [4a, b], le Conseil fédéral partage l'idée que les faibles doses de rayonnement doivent être prises en considération.

Résumé

Les bases scientifiques sur lesquelles s'appuient les valeurs limites pour les rayons ionisants proviennent des études sur les survivants des bombardements atomiques, de la médecine du travail, de la radiologie diagnostique et de l'étude du rayonnement naturel. Bien que la radioprotection se fonde sur l'épidémiologie et la radiobiologie, elle constitue, plus que jamais, une zone de tension entre médecine, économie et politique. L'évaluation du risque de cancer radio-induit s'appuie sur le modèle «Linear no Threshold» (LNT). Ce modèle admet que le risque de cancer suit un rapport dose-effet sans seuil. Des études récentes confirment la validité du modèle LNT, également pour des doses en dessous de 100 millisievert (mSv). La radioprotection est actuellement discréditée – même dans des publications médicales – par des personnes proches de l'industrie nucléaire. Les médecins doivent en être conscients. L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et les décideurs sont appelés à prendre au sérieux les craintes du monde médical. Envisager une augmentation des valeurs limites d'un facteur 100 en cas d'exposition planifiée, comme cela est prévu dans la révision des ordonnances, est irresponsable et doit être clairement rejeté pour des considérations de médecine préventive.

Aperçu des études sur les effets sanitaires des faibles doses de rayonnement (tab. 1)

- L'étude INWORKS [5–7] a suivi 300 000 travailleurs du nucléaire en France, en Grande-Bretagne et aux USA sur plus de 20 ans. L'exposition radiologique, mesurée par dosimétrie, était en moyenne de 20 mSv. Le collectif avait une mortalité significativement augmentée par tumeurs solides, leucémies, ainsi que par maladies non tumorales (décès cardiovasculaires).
- L'étude de Darby [8] effectuée dans 9 pays européens montre que la mortalité par carcinome pulmonaire sur exposition domestique au radon progresse dès la dose de 3–4 mSv/année.
- Des études faites en Grande-Bretagne [9] et en Australie [10] sur des enfants et des adolescents démontrent de manière concordante que des CT-scan pendant cette période augmentent l'incidence des

Table 1.
Effets sanitaires et rayonnements ionisants à faibles doses: Études épidémiologiques montrant une augmentation dose dépendante significative de l' incidence et / ou de la mortalité

Exposition	Travailleurs du secteur nucléaire	Travailleurs du secteur nucléaire	Travailleurs du secteur nucléaire	Radon domestique	Tomodensitométrie pendant la jeunesse	Tomodensitométrie pendant la jeunesse	Enfants, rayonnement de fond	Enfants, rayonnement de fond
Premier auteur; Étude	Richardson INWORKS	Leraud INWORKS	Gillies INWORKS	Darby	Pearce	Mathews	Kendall	Spycher
Publication; Référence	2015, BMJ; 5	2015, Lancet Haematology; 6	2017, Rad. Research; 7	2005, BMJ; 8	2012, Lancet; 9	2013, BMJ; 10	2013, Leukemia; 11	2015; Environ. Health Persp.; 12
Pays	F, UK, US	F, UK, US	F, UK, US	9 pays UE	UK	Australie	Angleterre	Suisse
Effets	Néoplasies solides	Leucémies	Maladies non-cancéreuses	Carcinome pulmonaire	Leucémies, Tumeurs cérébrales	Tumeurs cérébrales, Néoplasies solides	Leucémies	Leucémies, Tumeurs cérébrales
Dose moyenne	20.9 mGy	16 mGy	25.2 mSv	104 Bq / m ³ (env. 3.3 mSv / a)	50-60 mGy	4.5 mSv	0.8 mGy / a	1 mSv / a

Tableau 1: Aperçu des études sur les effets sanitaires des faibles doses de rayonnement.

tumeurs cérébrales et des leucémies (dose en moyenne 5–60 mSv).

- Deux études – l'une de Grande-Bretagne [11], l'autre de Suisse [12] – se sont penchées sur la fréquence de tumeurs infantiles en fonction d'un rayonnement de fond naturel de l'ordre de 1 mSv/année. Kendall a noté une augmentation significative, dose-dépendante, pour les leucémies infantiles. Le groupe de Spycher de l'Institut de médecine sociale et préventive de l'Université de Berne a aussi constaté une augmentation des leucémies et tumeurs cérébrales, même en présence de très faibles doses [12].

Les attaques non qualifiées contre la radioprotection se multiplient

Depuis plusieurs mois on observe une tendance croissante à remettre en question la radioprotection dans ses fondements mêmes, avec une banalisation des dangers du rayonnement ionisant. C'est en partie la conséquence du décret de 2017 du gouvernement amé-

Il est aberrant de parler d'un seuil pour les risques des rayons ionisants.

ricain [13] d'alléger les mesures de radioprotection, afin de servir les intérêts économiques de l'industrie nucléaire [14]. Les auteurs sont souvent des physiciens proches du nucléaire, que les prescriptions de radioprotection gênent [14–18]. Ces dernières posent l'industrie devant des problèmes coûteux pour le traitement des déchets radioactifs. Pour ces auteurs, la solution réside dans un assouplissement des valeurs limites. Ainsi les valeurs reconnues par toutes les instances

mondiales de radioprotection sont déclarées non valables. On trouve parfois – même dans des publications médicales professionnelles – des idées bizarres, comme si l'irradiation liée au diagnostic radiologique améliorerait le pronostic [15], ou que la «radiophobie» conduisait certains médecins à sous-utiliser la radiologie, aggravant les pronostics [16]. On assiste aussi à une renaissance de l'hypothèse de l'hormésis (allongement de la vie par la radioactivité), basée sur des résultats scientifiques fantaisistes [17, 18] et que la presse quotidienne reprend sans esprit critique [19].

L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) fait fausse route

La déclaration suivante, faite début février 2018 par Mme Rosa Sardella, responsable de la radioprotection à l'IFSN, ne peut être acceptée: «La dose de rayonnement maximale permise pour un événement pouvant avoir lieu tous les 1000 ans se situe bien en dessous du seuil à partir duquel des dommages pourraient se manifester chez l'être humain et l'environnement» [20b]. Il est aberrant de parler d'un seuil pour les risques des rayons ionisants, car ceci est en contradiction avec toutes les données scientifiques en matière de radioprotection. La suite de la déclaration de Mme Sardella est également problématique: «Même avec une telle dose [100 mSv], des effets déterministes, c'est-à-dire directement mesurables, ne peuvent pas être observés sur la santé; le risque de cancer, c'est-à-dire la probabilité d'un dégât, augmente de manière minimale» [20b] (cette dernière phrase ne figure que dans la version allemande du texte).

Parler d'effets déterministes (comme le serait par exemple un érythème actinique) pour des doses de

100 mSv sert à noyer le poisson, car il s'agit bien d'effets stochastiques (dus au hasard, dose-dépendants), souvent létaux.

L'affirmation qualitative de l'IFSN d'une «*augmentation minimale du risque de cancer*» nécessite une analyse plus approfondie.

Une «*augmentation minimale*» du risque de cancer radio-induit?

Le risque absolu (EAR; excess absolute risk) de décéder d'un carcinome induit par le rayonnement ionisant est évalué depuis 2007 par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) à 5%/Sievert pour 50 ans [21]. Vu que l'incidence de carcinome est à peu près le double de celle de la mortalité, une irradiation de 100 mSv correspond à un risque de carcinome radio-induit de 1%. Il est évident que l'interprétation du facteur de risque dépend de la situation d'exposition: s'agit-il d'un patient particulier dans un contexte clinique et thérapeutique, ou d'une évaluation en médecine préventive d'un collectif de personnes saines?

- Dans notre quotidien de médecins, *nous prenons en charge des patients individuels* en respectant les directives des sociétés de spécialistes qui prennent en compte la radioprotection [22]. Les risques additionnels liés au radiodiagnostic sont mis en balance avec le bénéfice. Il en va de la responsabilité des médecins prescripteurs.
- Dans le contexte de la loi sur l'énergie nucléaire toutefois, la radioprotection concerne la *prévention d'un collectif de dizaines, voire de centaines de milliers d'individus sains*, potentiellement exposés lors d'un accident majeur dans une centrale. L'irradiation accidentelle de 100 000 personnes saines, avec une dose de 100 mSv chacune, induirait 1000 radio-carcinomes sur une durée de 50 ans. A cela s'ajouteraient (selon une probabilité du même ordre) des maladies cardiovasculaires et autres affections non tumorales radio-induites, ainsi que des dégâts génétiques [2, 7, 23]. En d'autres termes: si la population actuelle de 286 824 habitants des zones 1 + 2 autour de Beznau/Leibstadt (rayon de 20 km, se recoupant [24], sans compter celles situées en Allemagne) subissait une irradiation de l'ordre de 100 mSv, il faudrait compter avec 2800 morts prématurées radio-induites (cancers et affections non malignes), et sur des milliers de maladies graves. *Dans un tel cas, ni les connaissances factuelles ni le simple bon sens ne permettent raisonnablement de parler de «risque minimale».*

Pourquoi faut-il une révision des dispositions en matière d'énergie nucléaire?

Après la catastrophe de Fukushima, l'IFSN a calculé qu'en cas d'un tremblement de terre tel que prévisible tous les 10 000 ans (10^{-4}), les dégâts à la centrale de Beznau occasionneraient une irradiation de la population de 28,9–78 mSv la première année [25]. Une valeur qui enfreint l'ordonnance de protection actuellement en vigueur, laquelle n'admet qu'une dose supplémentaire de 1 mSv pour un séisme de cet ordre. Une infraction qui devrait donc conduire à la fermeture de Beznau. Les autorités cherchent une échappatoire: elles augmentent d'un facteur 100 la valeur limite acceptable

Une infraction qui devrait donc conduire à la fermeture de Beznau.

(passant de 1 mSv à 100 mSv) pour les tremblements de terre «catégorie 10^{-4} », et créent une nouvelle catégorie «séismes 10^{-3} », ceux dont la probabilité de survenue est d'une fois tous les 1000 ans. Le Conseil fédéral légitime cette démarche – un affaiblissement massif de la radioprotection – par le fait que plusieurs ordonnances ont été formulées de manière peu claire [26].

Certes une révision est nécessaire. Mais pourquoi faut-il pour cela créer une nouvelle catégorie de événements pouvant survenir tous les 1000 ans? *Il est particulièrement choquant que l'IFSN ne s'en tienne pas à ses propres règles édictées en 2009 qui préconisaient: «Si un événement ne peut être attribué de manière claire à une catégorie, le principe de précaution exige qu'il soit mis dans la catégorie inférieure (aux exigences plus sévères)» [27].*

Comment concilier centrales vieillissantes et assouplissement de la radioprotection?

Il coule de source que l'augmentation des valeurs limites en matière de radioprotection ne peut être dans l'intérêt de la population. Nous, médecins, engagés dans prévention, devons tirer la sonnette d'alarme. Nous connaissons les défis croissants liés aux risques environnementaux. Nous sommes coutumiers du fait que dans de telles situations les mesures de protections doivent être renforcées (en non assouplies) – que cela concerne l'exposition à l'amiante, la qualité de l'air, le rayonnement UV ou la protection contre le bruit.

Relever massivement les valeurs limites, comme cela est prévu dans la révision des ordonnances dans le domaine de l'énergie nucléaire, est un non-sens, à l'heure

où les centrales vieillissantes présentent des risques croissants. Il faut aussi tenir compte du fait que la population a fortement augmenté à proximité des centrales depuis qu'elles ont été planifiées, puis mises en service. Procéder de la manière est non seulement contraire à la responsabilité médicale, mais à tout bon sens. Si une révision doit être envisagée, il faut qu'elle tienne compte des dernières connaissances scientifiques, en allant plutôt dans le sens d'une protection accrue. Les valeurs actuelles ne tiennent pas suffisamment compte de la sensibilité des enfants.

Résumé

La révision des ordonnances relatives à la radioprotection, dont l'entrée en vigueur est prévue le 1.1.2019, doit être clairement rejetée du point de vue médical. En cas d'accident dans une centrale nucléaire, dont la sur-

venue ne serait même pas tellement exceptionnelle, la protection de la population serait massivement affaiblie par rapport aux normes actuelles. Ce ne sont pas seulement les arguments scientifiques qui nous poussent à cette prise de position, mais aussi des considérations morales et éthiques en faveur des générations actuelles et futures.

Nous adressons un appel urgent à l'Inspection fédérale de radioprotection et au Conseil fédéral afin qu'ils assument leurs responsabilités pour la protection de la population dont ils ont la charge.

Disclosure statement

Tous les auteurs confirment qu'ils n'ont pas de conflits d'intérêts.

Références

Vous trouverez la liste complète des références dans l'article en ligne sur www.bullmed.ch

Correspondance:
PSR/IPPNW Schweiz
Internationale Ärztinnen
und Ärzte für Soziale Verant-
wortung / zur Verhütung
eines Atomkrieges
Sekretariat
Bireggstrasse 36
CH-6003 Lucerne
Tél. 041 240 63 49
[sekretariat\[at\]ippnw.ch](mailto:sekretariat[at]ippnw.ch)

Références

- 1 Révisions partielles de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire, de l'ordonnance sur la responsabilité civile en matière nucléaire, de l'ordonnance sur la méthode et sur les standards de vérification des critères de la mise hors service provisoire d'une centrale nucléaire et de l'ordonnance sur les hypothèses de risque et sur l'évaluation de la protection contre les défaillances dans les installations nucléaires. <https://www.admin.ch/ch/f/gg/pc/ind2018.html#DETEC>
- 2 Ozasa K, Shimizu Y, Suyama A, et al. Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950–2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases. *Radiat Res.* 2012;177:229–43. http://www.rrf.jp/library/rr_e/rr1104.pdf
- 3 National Research Council. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, BEIR VII Phase 2 (2006). http://dels.nas.edu/resources/static-assets/materials-based-on-reports/reports-in-brief/beir_vii_final.pdf
- 4a Wirksamer Schutz gegen die Risiken ionisierender Niedrigstrahlung: Kenntnisstand betreffend Risiken ionisierender Strahlung im Niedrigdosisbereich; Medienmitteilung des Bundesrates vom 2. März 2018. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlung-gesundheit/risiken-ionisierender-niedrigstrahlung.html>
- 4b Protection efficace contre les risques des radiations ionisantes à faibles doses: L'état des connaissances sur les risques des radiations ionisantes à faibles doses; Communiqué du Conseil fédéral du 2 mars 2018. <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlung-gesundheit/risiken-ionisierender-niedrigstrahlung.html>
- 5 Richardson B, Cardis E, Daniels RD, et al. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS). *BMJ* 2015;351:h5359. <http://www.bmj.com/content/351/bmj.h5359>
- 6 Leuraud K, Richardson DB, Cardis E, et al. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study. *Lancet Haematol.* 2015;2(7):e276–e281. [http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanhae/PIIS2352-3026\(15\)00094-0.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanhae/PIIS2352-3026(15)00094-0.pdf)
- 7 Gillies M, Richardson B, Cardis E, et al. Mortality from Circulatory Diseases and other Non-Cancer Outcomes among Nuclear Workers in France, the United Kingdom and the United States (INWORKS). *Radiat Res.* 2017;188(3):276–90. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28692406>
- 8 Darby S, Hill D, Auvinen A, et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *Brit Med J.* 2005;330:223. <http://www.bmj.com/content/330/7485/223>
- 9 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet.* 2012;380:499–505. [http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanct/PIIS0140-6736\(12\)60815-0.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanct/PIIS0140-6736(12)60815-0.pdf)
- 10 Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *Brit Med J.* 2013;346:f2360. <http://www.bmj.com/content/346/bmj.f2360>
- 11 Kendall GM, Little MP, Wakeford R, et al. A record-based case-control study of natural background radiation and the incidence of childhood leukaemia and other cancers in Great Britain during 1980–2006. *Leukemia.* 2013;27:3–9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3998763/>
- 12 Spycher BD, Lupatsch JE, Zwahlen M, et al. for the Swiss Pediatric Oncology Group and the Swiss National Cohort Study Group. Background Ionizing Radiation and the Risk of Childhood Cancer: A Census-Based Nationwide Cohort Study. *Environ Health Perspect.* 2015;123:622–8. <https://ehp.niehs.nih.gov/1408548/>
- 13 Executive Order 13777, «Enforcing the Regulatory Reform Agenda», by President Donald Trump, 24th February 2017. <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/DCPD-201700139/pdf/DCPD-201700139.pdf>
- 14 Cuttler JM, Hannum WH. Current radiation protection limits: An urgent need for change. *Nuclear News* 2017. 60(10):34–8. http://radiationeffects.org/wp-content/uploads/2017/09/Cuttler-Hannum-2017Sep_NN_Current-rad-protect-limits-C.pdf
- 15 Siegel JA, Pennington CW, Sacks B, et al. The Birth of the Illegitimate Linear No-Threshold Model: An Invalid Paradigm for Estimating Risk Following Low-dose Radiation Exposure. *Am J Clin Oncol.* 2018;41(2):173–7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26535990>
- 16 Siegel JA, Pennington CW, Sacks B. Subjecting Radiologic Imaging to the Linear No-Threshold Hypothesis: A Non Sequitur of Non-Trial Proportion. *J Nucl Med.* 2017;58(1):1–6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27493264>
- 17 Cuttler JM, Feinendegen LE, Socol Y. Evidence that Lifelong Low Dose Rates of Ionizing Radiation Increase Lifespan in Long- and Short-Lived Dogs. *Dose-Response.* 2017;15(1):1–6. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5347275/
- 18 Calabrese EJ. LNTgate: The Ideological History of Cancer Risk Assessment. *Toxicol Res Applic.* 2017;1–3. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2397847317694998>
- 19 Reichmuth A. Länger leben dank Radioaktivität. *Basler Zeitung* vom 11.1.2018. <https://bazonline.ch/wissen/natur/laenger-leben-dank-radioaktivitaet/story/22689973>
- 20aBei einem 10 000-jährlichen Naturereignis müssen die KKW die 100-mSv-Grenze einhalten (site web IFSN, News, 1^{er} fév. 2018). <https://www.ensi.ch/de/2018/02/01/bei-einem-10000-jaehrlichen-naturereignis-muessen-die-kkw-die-100-msv-grenze-einhalten/>
- 20bLes centrales nucléaires doivent tenir la valeur limite de 100 mSv pour un événement naturel se passant tous les 10000 ans (site web IFSN, News, 5 fév. 2018). https://www.ensi.ch/fr/2018/02/05/centrales-nucleaires-doivent-tenir-valeur-limite-de-100-msv-evenement-naturel-se-passant-10-000-ans/?noredirect=fr_FR
- 21 Recommendations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), publication 103, 2007. http://www.icrp.org/docs/PI03_French.pdf
- 22 «smarter medicine»: la liste «Top-5» de la Société suisse de chirurgie (SSC). *Bull Méd Suisses.* 2018;99(1–2):12–3. <https://bullmed.ch/article/doi/saez.2018.06342/>
- 23 Little MP, Azizova TV, Bazyka D, et al. Systematic Review and Meta-analysis of Circulatory Disease from Exposure to Low-Level Ionizing Radiation and Estimates of Potential Population Mortality Risks. *Environ Health Perspect.* 2012;120:1503–11. <https://ehp.niehs.nih.gov/1204982/>
- 24 Information 21.3.2018; Kanton Aargau, Departement Gesundheit und Soziales. www.ag.ch/dgs
- 25 Stellungnahme des ENSI zum deterministischen Nachweis des KKB zur Beherrschung des 10 000-jährlichen Erdbebens; 7.7.2012. http://static.ensi.ch/1341818977/kkb_sn-erdbebenachweis_final_geschwaerzt.pdf
- 26 Réponse à la question 18.5204 Munz (Fragestunde Nationalrat vom 12.3.2018). <https://www.parlament.ch/centers/documents/de/fragestunde-2018-03-12-antworten.pdf>
- 27 ENSI. Anforderungen an die deterministische Störfallanalyse für Kernanlagen: Umfang, Methodik und Randbedingungen der technischen Störfallanalyse, Ausgabe Juli 2009, Erläuterungsbericht zur Richtlinie ENSI-A01/d, S.5, Abschnitt 2.4.1. http://static.ensi.ch/1313045150/a-001_d_erlaeuterungsbericht.pdf